

УДК 629.7.05

Мандровська С.О., студентка  
Стельмах Н.В., канд.техн.наук, доцент  
Національний технічний університет України «КПІ ім. І. Сікорського», stelmakhnv@ukr.net

## ОГЛЯД, АНАЛІЗ І ПРОГНОЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИМИ БПЛА

Малогобаритні безпілотні літальні апарати (БПЛА) засовуються для вирішення широкого кола завдань. Їх використання відіграє важливу роль в багатьох сферах, починаючи з побутових завдань, реклами, моніторингу навколишнього середовища, небезпечних природних явищ, екологічного контролю, виконання функцій доставки, моніторингу об'єктів критичної інфраструктури, фото та відеозйомки, виконання пошуково-рятувальних завдань і закінчуючи вирішенням військових задач, таких як ведення військової розвідки, коригування вогню, транспортування медикаментів та переносу боєприпасів тощо.

Значною перевагою використання БПЛА перед пілотованими літальними апаратами є виключення небезпеки для життя та здоров'я людини (оператора), яка ним керує, відсутність необхідності підготовки пілотів, на відміну від пілотованих літальних апаратів, БПЛА не потребують аеродромів, зниження рівня впливу людського фактору при виконанні поставлених завдань. [1]

Основною відмінністю малогобаритних БПЛА є їхні невеликі розміри. Це є одночасно їхньою перевагою і недоліком. Адже завдяки маленьким розмірам вони мають значно нижчу собівартість в порівнянні з іншими засобами, що робить їх більш ефективними у виробництві, але при цьому, враховуючи, що більша частина бортового обладнання призначена для забезпечення руху літального апарату, лише відносно мала частина може використовуватись задля встановлення апаратури зв'язку. Це означає, що потужність передавачів є дуже обмеженою, що викликає складність забезпечення зв'язку на великих відстанях з людиною-оператором, яка знаходиться за пультом керування. [2]

Ключовим фактором ефективної роботи малогобаритних БПЛА є системи керування, адже саме від них залежить точність їхньої роботи. В залежності від принципів керування, можна виділити три види безпілотних літальних систем: безпілотні некеровані, автоматичні та дистанційно-пілотовані апарати. [3]

Для керування малогобаритними БПЛА використовують комплекс систем, що взаємодіють між собою для забезпечення ефективної роботи. Ці системи керування включають в себе [4]:

1. Актуатори, які призначені безпосередньо задля активації механізмів руху БПЛА, тобто початку та зупинки руху, зміни кутів нахилу, зміни швидкості руху, висоти і так далі.

2. Навігаційні системи, прикладом якої є глобальна система позиціонування (GPS). Дані системи використовують задля отримання точних даних про розташування безпілотника, побудови маршруту, визначення локації об'єктів.

3. Системи автоматичного керування БПЛА (автопілоти).

Працюючи разом з навігаційними системами, акселерометрами та іншими датчиками, які визначають положення, швидкість та напрямок руху безпілотнику, дані системи виконують задачу автоматичного управління, стабілізації та навігації.

4. Оптичні системи, що використовуються для візуального спостереження, такі як оптичні сенсори, фото- та відеокамери, для збору та передачі відео та зображень, розпізнавання об'єктів.

5. Системи зв'язку між безпілотником, людиною-оператором та іншими БПЛА. В якості систем зв'язку використовують супутниковий зв'язок, радіозв'язок, Wi-Fi, або мобільний радіозв'язок (4G, 5G). Дані системи зв'язку можна використовувати поодиноці, але більш

доцільним є використання комбінації з деяких різних систем, щоб у разі припинення роботи одного з каналів, була можливість переключитися інший і не втратити зв'язок з безпілотником.

В подальшому розвитку систем керування малогабаритними БПЛА задля покращення роботи перелічених вище систем можуть використовуватись технології машинного навчання. Дана підгалузь штучного інтелекту (ШІ) досліджує вивчення та побудову алгоритмів, які на основі отриманих даних можуть навчатися, проводити аналіз та робити прогнози.[5] Розвиток ШІ в даній галузі дозволить БПЛА на основі отриманих даних розпізнавати об'єкти, визначати закономірності, обробляти велику кількість інформації за короткий час, при цьому зменшивши вірогідність отримання похибок в результатах аналізу даних, які можуть бути викликані людським фактором.

#### Список посилань

1. Яровий, О. (2018, May 31). Вибір оптимальних моделей безпілотних літальних апаратів та систем управління для виконання задач щодо моніторингу наземних об'єктів. <https://www.molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/4492>
2. Каратанов, О., Устименко, О., Єна, М., Бова, Є., & Калашнікова, В. (2021). Використання алгоритмів ройового інтелекту при проектуванні систем управління груп безпілотних літальних апаратів. Молодий вчений, 10 (98), 98-103. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2021-10-98-24>
3. Podorozhniak, A., Volotskov, Y., & Shevtsova, O. (2018). Drone's Control System Research. Advanced Information Systems, 2(3), 97–101. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.16>
4. Uninhabited Air Vehicles. (2000). National Academies Press eBooks. <https://doi.org/10.17226/9878>
5. Glossary of Terms Journal of Machine Learning. (n.d.). <http://ai.stanford.edu/~ronnyk/glossary.html>

УДК 629

**Чурсов С.О., аспірант**

Херсонський національний технічний університет, [chursov16996@gmail.com](mailto:chursov16996@gmail.com)

### **ПРОГНОЗУВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГУМОКОРДНИХ МАТЕРІАЛІВ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН ПРИ НАКОПИЧЕННІ МЕХАНІЧНИХ ПОШКОДЖЕНЬ. ВЛАСТИВОСТІ КОРДУ ПРИ ВИПРОБУВАННІ НА РОЗТЯГ**

Матеріали пневматичних шин уявляють собою складну композиційну структуру армовану як металевими та і не металевими волокнами. Незважаючи на досить широке застосування і усталеність (стабільність) поглядів, щодо механічних характеристик матеріалів шин, різні умови їх експлуатації напряду впливають на ресурс, прохідну здатність і безпеку руху автомобілів [1].

В цьому плані, задача дослідження накопичення пошкоджуваності в матеріалі шин є актуальною. Особливу увагу потрібно звернути на механічні властивості матриці [2-4] в якій саме накопичуються пошкодження різного виду [5-8] в результаті чого відбувається перерозподіл навантажень у волокнистих наповнювачах (металевий корд, тканина) та границях їх розподілу. Найбільш доступним методом оцінки є випробування на розтяг.

**Мета дослідження:** Визначити міцність композиції гума як матриця, армована металевими волокнами і вплив їх співвідношення на стійкість до пошкоджень, під час експлуатації автомобільних шин. Для дослідження було виготовлено зразки з R 15 з пробігом 20 тисяч км.

Було виготовлено окремо в зразках видалено металеві і тканеві волокна для випробування матриці на розтяг і окремо видалено матрицю із збереженням волокон (рис.1)

Випробування проводили на розривній машині Р-5 (рис.2, а). Криві деформацій руйнування (рис.3) свідчать, що руйнування відбувається за двократним механізмом-руйнування матриці з модулем пружності  $E_m=1,282\text{МПа}$  формула 3 та наступним руйнуванням металевих волокон  $E_b=50\text{МПа}$  формула 4.